

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-165175
 (43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.CI.

H03H 7/38

(21)Application number : 10-338208
 (22)Date of filing : 27.11.1998

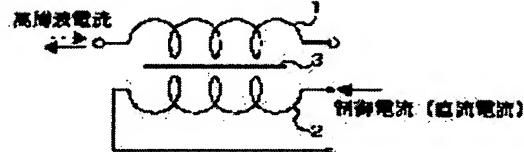
(71)Applicant : KYOSAN ELECTRIC MFG CO LTD
 (72)Inventor : YUZURIHARA ITSUO
 MATSUKAWA SATORU

(54) IMPEDANCE MATCHING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an impedance matching device that matches an impedance of a high frequency generator with an impedance of a load device at high speed.

SOLUTION: In a coupling circuit consisting of a main winding 1 and a control winding 2 wound on a core 3, an inductance (L) of the main winding 1 is increased/decreased by increasing/decreasing a control current supplied to the control winding 2 so as to increase/decrease a permeability of the core 3. The impedance of the high frequency generator is matched with the impedance of the load device by utilizing that the inductance (L) of the main winding 1 is changed by the control current flowing through the control winding.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.08.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-13891

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 31.08.2000

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-165175

(P2000-165175A)

(43)公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 3 H 7/38

識別記号

F I
H 0 3 H 7/38

テマコード(参考)
A

審査請求 有 請求項の数2 O L (全19頁)

(21)出願番号 特願平10-338208

(22)出願日 平成10年11月27日 (1998.11.27)

(71)出願人 000001292

株式会社京三製作所
神奈川県横浜市鶴見区平安町2丁目29番地
の1

(72)発明者 譲原 逸男

神奈川県横浜市鶴見区平安町2丁目29番地
の1 株式会社京三製作所内

(72)発明者 松川 哲

神奈川県横浜市鶴見区平安町2丁目29番地
の1 株式会社京三製作所内

(74)代理人 100090033

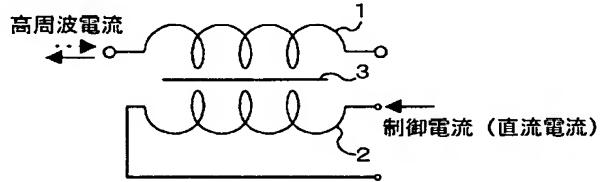
弁理士 荒船 博司

(54)【発明の名称】 インピーダンス整合装置

(57)【要約】

【課題】 本発明の課題は、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを高速に整合させることができ可能なインピーダンス整合装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 コア3に巻かれた主巻き線1と制御巻き線2とからなる結合回路において、制御巻き線2に流す制御電流(直流電流)の値を増減させて、コア3の透磁率を増減させることにより、主巻き線1のインダクタンス(L)は値を増減する。この主巻き線1のインダクタンス(L)の値が制御巻き線に流れる制御電流の値により変化することを利用して、高周波発生装置と負荷装置のインピーダンスを整合させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】高周波発生装置と負荷装置の間に設けられ、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置において、コアに主巻き線と制御巻き線が巻かれ、当該制御巻き線に流れる直流電流の大きさによって当該主巻き線のインダクタンスの値が変化して前記インピーダンス整合装置のインピーダンスを変化させる少なくとも一つの結合回路を有することを特徴とするインピーダンス整合装置。

【請求項2】高周波発生装置と負荷装置の間に設けられ、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置において、

第1のコアに第1の主巻き線が巻かれ、第2のコアに第2の主巻き線が巻かれ、制御巻き線の一巻きに当該第1のコア及び当該第2のコアが貫通するように当該第1のコア及び当該第2のコアに当該制御巻き線が巻かれ、当該制御巻き線に流れる直流電流の大きさによって当該第1の主巻き線及び当該第2の主巻き線のインダクタンスの値が変化して前記インピーダンス整合装置のインピーダンスを変化させる少なくとも一つの結合回路を有することを特徴とするインピーダンス整合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、負荷装置と高周波発生装置とのインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置に関する。

【0002】

【従来の技術】高周波発生装置から負荷装置へ高周波電力を供給する際に、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスとの整合がとれていなければ、高周波発生装置から負荷装置への高周波電力の供給効率が低い。

【0003】そして、高周波発生装置のインピーダンスの値は、50(Ω)又は75(Ω)の固定値である。一方、負荷装置のインピーダンスの値は、その構造や設置状態によって大きく変化する上、負荷装置に加えられた高周波電力によって内部に生じる温度上昇等の物理的変化や、負荷装置内の原材料の一部が分解して発生するガス等の化学変化によっても短時間に大きく変化する。

【0004】そこで、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるため、インピーダンス整合装置が高周波発生装置と負荷装置との間に設けられている。

【0005】以下では、高周波発生装置と負荷装置との間に設けられている従来のインピーダンス整合装置について図12を参照して説明する。図12は、従来のインピーダンス整合装置の主要部の回路構成を示す図である。なお、図12には、複数の回路構成を示している

が、基本的回路動作は同一であるため、図12(a)についてのみ説明し、図12(b)から図12(h)の説明は省略する。

【0006】図12のインピーダンス整合装置においては、可変容量素子VCと可変インダクタンス素子VLからなる。可変容量素子VCの一端は端子aに接続され、その他端は端子bと端子dに接続される。また、可変インダクタンス素子VLの一端は端子a及び可変容量素子VCの一端に接続され、その他端は端子cに接続される。例えば、端子a及び端子bに高周波発生装置(不図示)が接続され、端子c及び端子dに負荷装置(不図示)が接続される。

【0007】高周波発生装置のインピーダンスと負荷回路のインピーダンスとを整合させるため、可変容量素子VCの容量値及び可変インダクタンス素子VLのインダクタンス値を変化させる。

【0008】なお、この詳細は省略するが、端子aと端子b間の定在波を測定し、測定結果から電圧定在波比(Voltage Standind Wave Ratio)を求め、高周波発生装置のインピーダンスと負荷回路のインピーダンスとを整合させるための可変容量素子VCの容量値と可変インダクタンス素子VLのインダクタンス値とを算出し、その算出結果を基に、可変容量素子VCの容量値と可変インダクタンス素子VLのインダクタンス値とを変化させる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のインピーダンス整合装置においては、工業的用途で扱われる高周波電力は少なくとも数十ワット以上であるため、可変容量素子VCとしてバリコン(可変コンデンサ: Variable Condenser)を利用して、当該バリコンの容量値をモータを利用して変化させていた。また、可変インダクタンス素子VLを構成するコイル上の接点(摺動子)をモータで移動させて、当該コイルのインダクタンス値を変化させていた。

【0010】上述したモータを利用して可変容量素子VCとして利用されるバリコンの容量値や可変インダクタンス素子VLを構成するコイルのインダクタンス値を変化させる手法では、当該容量値や当該インダクタンス値を変化させる速度はモータの動作速度により制限されるため、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスとを整合させるまでの所要時間は、長くなりざるを得なかった。

【0011】また、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスの整合がとれた後に、負荷装置のインピーダンスが急激に変化した場合には、同様の理由により、負荷装置のインピーダンスの変化に、可変容量素子VCとして利用されるバリコンの容量値や可変インダクタンス素子VLを構成するコイルのインダクタンス値の変化が追従できないという問題点があった。

【0012】さらに、接点（摺動子）等の機械部分が存在するため、定期的な注油や消耗部品の交換等、保守作業が必要になるなどの問題点もあった。

【0013】本発明の課題は、高速にインダクタンス値等を変化させることができるとともに、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを高速に整合させることができないインピーダンス整合装置を提供することを目的とする。また、保守作業の不要なインピーダンス整合装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、高周波発生装置と負荷装置の間に設けられ、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置において、コアに主巻き線と制御巻き線が巻かれ、当該制御巻き線に流れる直流電流の大きさによって当該主巻き線のインダクタンスの値が変化して前記インピーダンス整合装置のインピーダンスを変化させる少なくとも一つの結合回路を有するインピーダンス整合装置である。

【0015】請求項1記載の発明によれば、結合回路の制御巻き線に流れる電流の値により主巻き線のインダクタンスの値を変化させることにより、インピーダンス整合装置のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うことができるとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。

【0016】請求項2記載の発明は、高周波発生装置と負荷装置の間に設けられ、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置において、第1のコアに第1の主巻き線が巻かれ、第2のコアに第2の主巻き線が巻かれ、制御巻き線の一巻きに当該第1のコア及び当該第2のコアが貫通するように当該第1のコア及び当該第2のコアに当該制御巻き線が巻かれ、当該制御巻き線に流れる直流電流の大きさによって当該第1の主巻き線及び当該第2の主巻き線のインダクタンスの値が変化して前記インピーダンス整合装置のインピーダンスを変化させる少なくとも一つの結合回路を有するインピーダンス整合装置である。

【0017】請求項2記載の発明によれば、結合回路の制御巻き線に流れる電流の値により第1の主巻き線及び第2の主巻き線のインダクタンスの値を変化させることにより、インピーダンス整合装置のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うことができるとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。さらに、第1の主巻き線に高周波電流が流れるにより制御巻き線に誘起される高周波

成分と第2の主巻き線に高周波電流が流れるにより制御巻き線に誘起される高周波成分が、制御巻き線の一巻き（1ターム）ごとに、相殺されて高周波成分が除去されるので、制御巻き線に局所的に大電圧が発生することなく、結合回路の絶縁破壊を防止することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係るインピーダンス整合装置の実施の形態について詳細に説明する。

10

【0019】まず、本発明に係るインピーダンス整合装置の実施の形態を説明する前に、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるために、インダクタンス（L）の値を変化させる本発明の手段について、図1及び図2を参照して説明する。

【0020】図1は、インダクタンスを変化させる回路を説明するための図であり、図2は、B-H曲線（磁気飽和曲線、あるいは磁化曲線ともいう）を示す図である。

20

【0021】図1の回路では、トロイダルコア等のコア3に巻かれた主巻き線1と制御巻き線2とからなり、主巻き線1のインダクタンス（L）の値は、当該制御巻き線2に流れる制御電流の値の増減によって増減する。

30

【0022】このことを、図2を利用して説明する。なお、磁界の強さ（H）が正である場合について説明するが、負の場合であっても同様の説明が適用できる。図2に示すB-H曲線においては、磁界の強さ（H）を増加させると、磁束密度（B）は増加するが、磁界の強さ（H）が増加するにつれて、磁界の強さ（H）の微小間隔（ΔH）に対する磁束密度（B）の微小間隔（ΔB）の値（ΔB/ΔH）は減少する。すなわち、（B/H）の値は、磁界の強さ（H）が増加するにつれて、減少する。

30

【0023】また、磁界の強さ（H）、磁束密度（B）、及び透磁率（μ）は、 $B = \mu \times H$ の関係式を満たす。よって、磁界の強さ（H）を増加させると、透磁率（μ）の値は減少することになる。

40

【0024】そして、インダクタンス（L）の値は、透磁率（μ）の値と比例関係にあることから、インダクタンス（L）の値は、透磁率（μ）の値が小さくなれば、小さくなる。上述した磁界の強さ（H）を増加させると透磁率（μ）の値は減少することを踏まえれば、インダクタンス（L）の値は、磁界の強さ（H）が増加すれば、減少する。

50

【0025】さらに、コイルに流す電流値と磁界の強さ（H）は比例関係にあることから、コイルに流す電流値が増加すれば、磁界の強さ（H）は強くなる。以上のことから、コイルに流す電流の値が増加すれば、インダクタンス（L）の値は小さくなる。

【0026】したがって、図1の回路では、主巻き線1

のインダクタンス (L) の値は、制御巻き線 2 に流す制御電流の値が増加すれば減少し、制御巻き線 2 に流す制御電流の値が減少すれば増加する。

【0027】以下の各第 1 から第 6 の実施の形態では、この制御巻き線 2 に流す電流を増減させれば主巻き線 1 のインダクタンス (L) の値が増減することを利用して、高周波発生装置と負荷装置のインピーダンス整合を図るものである。

【0028】なお、実際の B-H 曲線については、磁界の強さ (H) が増加するにつれて、磁束密度 (B) の増加する割合が常に減少すると言うものではないが、コイルに流す電流値を変化させることにより、インダクタンス (L) の値が変化するという、上記考え方を利用できる。

【0029】(第 1 の実施の形態) 本発明を適用した第 1 の実施の形態におけるインピーダンス整合装置について図 3 を用いて説明する。図 3 は、インピーダンス整合装置 4 の主要回路部を示すブロック図である。図 3 における回路図は、高周波発生装置 5 と、負荷装置 6 と、高周波発生装置 5 と負荷装置 6 に接続され高周波発生装置 5 と負荷装置 6 のインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置 4 と、からなる。

【0030】インピーダンス整合装置 4 は、VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) 回路部 4 1、演算部 4 2、第 1 の制御電流発生部 4 3、第 2 の制御電流発生部 4 4、結合回路 4 5、ローパスフィルタ 4 6、結合回路 4 7、ローパスフィルタ 4 8、及びコンデンサ 4 9 からなる。

【0031】VSWR 回路部 4 1 は、端子 A と結合回路 4 5 の後述する主巻き線 4 5 a に接続され、高周波発生装置 5 から負荷装置 6 へ供給された高周波電圧が負荷装置 6 で反射されて戻ってくる定在波を測定し、該測定した定在波から電圧定在波比を算出し、算出結果の電圧定在波比を演算部 4 2 へ出力する。

【0032】演算部 4 2 は、VSWR 回路部 4 1 から入力される電圧定在波比から、結合回路 4 5 の後述する制御巻き線 4 5 b へ供給する直流電流 (第 1 の制御電流) の値と結合回路 4 7 の後述する制御巻き線 4 7 b へ供給する直流電流 (第 2 の制御電流) の値とを算出し、該算出結果である第 1 の制御電流の値を示す第 1 の制御信号を第 1 の制御電流発生部 4 3 へ出力するとともに、該算出結果である第 2 の制御電流の値を示す第 2 の制御信号を第 2 の制御電流発生部 4 4 へ出力する。

【0033】第 1 の制御電流発生部 4 3 は、演算部 4 2 から入力される第 1 の制御信号が示す電流値の第 1 の制御電流を発生し、該発生した第 1 の制御電流を端子 A 1、A 2 へ出力する。

【0034】第 2 の制御電流発生部 4 4 は、演算部 4 2 から入力される第 2 の制御信号が示す電流値の第 2 の制御電流を発生し、該発生した第 2 の制御電流を端子 B

1、B 2 へ出力する。

【0035】結合回路 4 5 は、コア 4 5 c に巻かれた主巻き線 4 5 a と制御巻き線 4 5 b からなる。そして、結合回路 4 5 は、その主巻き線 4 5 a の一端が VSWR 回路部 4 1 に接続され、その他端が端子 C に接続されている。また、その制御巻き線 4 5 b の一端がローパスフィルタ 4 6 の後述するコイル 4 6 a の一端に接続され、その他端がローパスフィルタ 4 6 の後述するコンデンサ 4 6 b の一端に接続されている。そして、結合回路 4 5 は、第 1 の制御電流発生部 4 3 から、ローパスフィルタ 4 6 を介して入力される第 1 の制御電流により、主巻き線 4 5 a のインダクタンス (L) の値が変化する。

【0036】ローパスフィルタ 4 6 は、コイル 4 6 a とコンデンサ 4 6 b の LC 回路により構成されている。そして、コイル 4 6 a の一端は、結合回路 4 5 の制御巻き線 4 5 b の一端に接続され、その他端はコンデンサ 4 6 b の他端と端子 A 1 に接続される。また、コンデンサ 4 6 b の一端は、結合回路 4 5 の制御巻き線 4 5 b の他端と端子 A 2 に接続され、その他端は、コイル 4 5 a の他端と端子 A 1 に接続される。

【0037】ローパスフィルタ 4 6 は、結合回路 4 5 の主巻き線 4 5 a に高周波発生装置 5 から入力される高周波電流等の高周波成分が印加された場合に、制御巻き線 4 5 b に誘起される高周波成分が第 1 の制御電流発生部 4 3 側へ印加されるのを防ぐフィルタである。

【0038】例えば、第 1 の制御電流発生部 4 3 に使用される FET (Field Effect Transistor: 電界効果トランジスタ) 等に高周波成分の電流等が印加されると FET 等が破損するが、この破損を防止するためにローパスフィルタが設けられている。

【0039】結合回路 4 7 は、コア 4 7 c に巻かれた主巻き線 4 7 a と制御巻き線 4 7 b からなる。そして、結合回路 4 7 は、その主巻き線 4 7 a の一端がコンデンサ 4 9 の一端に接続され、その他端が端子 B、D に接続されている。また、その制御巻き線 4 7 b の一端がローパスフィルタ 4 8 の後述するコイル 4 8 a の一端に接続され、その他端がローパスフィルタ 4 8 の後述するコンデンサ 4 8 b の一端に接続されている。そして、結合回路 4 7 は、第 2 の制御電流発生部 4 4 から、ローパスフィルタ 4 8 を介して入力される第 2 の制御電流により、主巻き線 4 7 a のインダクタンス (L) の値が変化する。

【0040】ローパスフィルタ 4 8 は、コイル 4 8 a とコンデンサ 4 8 b の LC 回路により構成されている。そして、コイル 4 8 a の一端は、結合回路 4 7 の制御巻き線 4 7 b の一端に接続され、その他端はコンデンサ 4 8 b の他端と端子 B 1 に接続される。また、コンデンサ 4 8 b の一端は、結合回路 4 7 の制御巻き線 4 7 b の他端と端子 B 2 に接続され、その他端は、コイル 4 8 a の他端と端子 B 1 に接続される。

【0041】ローパスフィルタ 4 8 は、結合回路 4 7 の

主巻き線47aに高周波発生装置5から入力される高周波電流等の高周波成分が印加された場合に、制御巻き線47bに誘起される高周波成分が第2の制御電流発生部44側へ印加されるのを防ぐフィルタである。

【0042】例えば、第2の制御電流発生部44に使用されるFET(Field Effect Transistor: 電界効果トランジスタ)等に高周波成分の電流等が印加されるとFET等が破損するが、この破損を防止するためにローパスフィルタが設けられている。

【0043】コンデンサ49は、その一端が結合回路47の主巻き線47aの一端に接続され、その他端がVSWR回路部41に接続される。

【0044】このコンデンサ49が設けられているのは、結合回路45の主巻き線45aのインピーダンスを $j \times X$ ($X \geq 0$) とすれば、結合回路47の主巻き線47aとコンデンサ49の合成インピーダンスを $j \times Y$ ($Y \leq 0$) とするためである。

【0045】このインピーダンス整合装置4では、第1の制御電流発生部43から結合回路45の制御巻き線45bへ入力される第1の制御電流の値の増減により、結合回路45の主巻き線45aのインダクタンス(L)の値が増減する。さらに、第2の制御電流発生部44から結合回路47の制御巻き線47bに入力される第2の制御電流の値の増減により、結合回路47の主巻き線47aのインダクタンス(L)の値が増減する。このことを利用し、当該インピーダンス整合装置4のインピーダンスを増減させて、高周波発生装置5と負荷装置6とのインピーダンスを整合させるものである。なお、インピーダンス整合装置4のインピーダンス整合動作において、例えば、高周波発生装置5と負荷装置6のインピーダンスの虚数部を結合回路45で調整し、当該インピーダンスの実数部を結合回路47とコンデンサ49とで調整する。

【0046】上記回路構成を示した回路の動作を簡単に説明する。高周波発生装置5から負荷装置6へ電力が供給されると、VSWR回路部41は、負荷装置6から反射して戻ってくる定在波を測定し、該測定した定在波から電圧定在波比を算出し、算出結果の電圧定在波比を演算部42へ出力する。

【0047】演算部42は、VSWR回路部41から入力される電圧定在波比から、結合回路45の制御巻き線45bへ供給する第1の制御電流の値と結合回路47の制御巻き線47bへ供給する第2の制御電流の値とを算出し、該算出結果である第1の制御電流の値を示す第1の制御信号を第1の制御電流発生部43へ出力とともに、該算出結果である第2の制御電流の値を示す第2の制御信号を第2の制御電流発生部44へ出力する。

【0048】第1の制御電流発生部43は、演算部42から入力される第1の制御信号が示す電流値の第1の制御電流を発生し、該発生した第1の制御電流を端子A

1、A2へ出力し、この第1の制御電流が結合回路45の制御巻き線45bに流れる。また、第2の制御電流発生部44は、演算部42から入力される第2の制御信号が示す電流値の第2の制御電流を発生し、該発生した第2の制御電流を端子B1、B2へ出力し、この第2の制御電流が結合回路47の制御巻き線47bに流れる。

【0049】結合回路45の主巻き線45aのインダクタンス(L)の値は制御巻き線45bに流れる第1の制御電流の値に応じた値となり、結合回路47の主巻き線47aのインダクタンス(L)の値は制御巻き線47bに流れる第2の制御電流の値に応じた値となる。

【0050】このように、結合回路45の主巻き線45aのインダクタンス(L)と結合回路47の主巻き線47aのインダクタンス(L)が適切な値になり、高周波発生装置5のインピーダンスと負荷装置6のインピーダンスとの整合がはかられる。

【0051】例えば、高周波発生装置5のインピーダンスの値が50(Ω)、負荷装置6のインピーダンスの値が25(Ω)の場合には、電圧定在波比を基に、結合回路45の主巻き線45aのインピーダンス($j \times X_1$)が、 $j \times X_1 = j \times 25$ (Ω)を満たすように、コンデンサ49と結合回路47の主巻き線47aの合成インピーダンス($j \times X_2$)が、 $j \times X_2 = -j \times 50$ (Ω)を満たすように、演算部42において、第1の制御電流と第2の制御電流の値が決定される。

【0052】上記第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4によれば、結合回路45の制御巻き線45bに流れる電流の値により主巻き線45aのインダクタンス(L)の値を変化させ、また結合回路47の制御巻き線47bに流れる電流の値により主巻き線47aのインダクタンス(L)の値を変化させることにより、インピーダンス整合装置のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うことができるとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。

【0053】なお、第2から第6の実施の形態においては、インピーダンス整合装置4の結合回路45、ローパスフィルタ46、結合回路47、ローパスフィルタ48、及びコンデンサ49に相当する回路部のみ説明する。また、VSWR回路部41、演算部42、第1の制御電流発生部43、第2の制御電流発生部44に相当する回路部については、以下では、一括して制御回路と称す。

【0054】(第2の実施の形態) 本発明を適用した第2の実施の形態におけるインピーダンス整合装置について図4を用いて説明する。図4は、インピーダンス整合装置7の主要回路部を示すブロック図である。図3に示す第1の実施の形態においては、結合回路(結合回路4

5、結合回路47)で発生する高周波成分を、LC回路からなるローパスフィルタ(ローパスフィルタ46、ローパスフィルタ48)で除去する。これに対して、本第2の実施の形態におけるインピーダンス整合装置は、結合回路とローパスフィルタで構成する回路部の代わりに、主巻き線と制御巻き線の巻く方向を逆にした1対の結合回路を設け、各結合回路で発生した高周波成分を互いに相殺することにより除去するものである。

【0055】本第2の実施の形態におけるインピーダンス整合装置7の回路構成について説明する。インピーダンス整合装置7は、結合回路71、結合回路72、結合回路73、結合回路74、及びコンデンサ75からなる。

【0056】結合回路71は、コア71cに巻かれた主巻き線71aと制御巻き線71bからなる。そして、結合回路71は、その主巻き線71aの一端が端子Aに、その他端が結合回路72の後述する主巻き線72aの一端に接続されている。また、その制御巻き線71bの一端が端子A2に接続され、その他端が結合回路72の後述する制御巻き線72bの一端に接続される。そして、結合回路71は、制御回路から制御巻き線71bに流れる制御電流により、主巻き線71aのインダクタンス(L)の値が変化する。

【0057】結合回路72は、コア72cに巻かれた主巻き線72aと制御巻き線72bからなる。そして、結合回路72は、その主巻き線72aの一端が結合回路71の主巻き線71aの他端に、その他端が端子Cに接続されている。また、その制御巻き線72bの一端が結合回路71の制御巻き線71bの他端に接続され、その他端が端子A1に接続されている。そして、結合回路72は、制御回路から制御巻き線72bに流れる制御電流により、主巻き線72aのインダクタンス(L)の値が変化する。

【0058】ここで、結合回路71の主巻き線71aと制御巻き線71bの巻く方向の関係と、結合回路72の主巻き線72aと制御巻き線72bの巻く方向の関係は、互いに逆になるような関係にある。また、結合回路71の主巻き線71aと結合回路72の主巻き線72aの巻き数は等しく、結合回路71の制御巻き線71bと結合回路72の制御巻き線72bの巻き数は等しい。

【0059】上記関係にあることから、結合回路71の主巻き線71aに高周波電流が流れることにより制御巻き線71bに誘起される高周波成分の方向と、結合回路72の主巻き線72aに高周波電流が流れることにより制御巻き線72bに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向であり、また、結合回路71の主巻き線71aに高周波電流が流れることにより制御巻き線71bに誘起される高周波成分の大きさと、結合回路72の主巻き線72aに高周波電流が流れることにより制御巻き線72bに誘起される高周波成分の大きさは、互いに

等しいので、それぞれに発生する高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子A1、A2から制御回路に高周波成分が印加されることが防がれる。

【0060】結合回路73は、コア73cに巻かれた主巻き線73aと制御巻き線73bからなる。そして、結合回路73は、その主巻き線73aの一端がコンデンサ75の一端に接続され、その他端が結合回路74の後述する主巻き線74aの一端に接続されている。また、その制御巻き線73bの一端が端子B1に接続され、その他端が結合回路74の後述する制御巻き線74bの一端に接続されている。そして、結合回路73は、制御回路から制御巻き線73bに流れる制御電流により、主巻き線73aのインダクタンス(L)の値が変化する。

【0061】結合回路74は、コア74cに巻かれた主巻き線74aと制御巻き線74bからなる。そして、結合回路74は、その主巻き線74aの一端が結合回路73の主巻き線73aの他端に、その他端が端子B及び端子Dに接続されている。また、その制御巻き線74bの一端が結合回路73の制御巻き線73bの他端に接続され、その他端が端子B2に接続されている。そして、結合回路74は、制御回路から制御巻き線74bに流れる制御電流により、主巻き線74aのインダクタンス(L)の値が変化する。

【0062】ここで、結合回路73の主巻き線73aと制御巻き線73bの巻く方向の関係と、結合回路74の主巻き線74aと制御巻き線74bの巻く方向の関係は、互いに逆になるような関係にある。また、結合回路73の主巻き線73aと結合回路74の主巻き線74aの巻き数は等しく、結合回路73の制御巻き線73bと結合回路74の制御巻き線74bの巻き数は等しい。

【0063】上記関係にあることから、結合回路73の主巻き線73aに高周波電流が流れることにより制御巻き線73bに誘起される高周波成分の方向と、結合回路74の主巻き線74aに高周波電流が流れることにより制御巻き線74bに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向であり、また、結合回路73の主巻き線73aに高周波電流が流れることにより制御巻き線73bに誘起される高周波成分の大きさと、結合回路74の主巻き線74aに高周波電流が流れることにより制御巻き線74bに誘起される高周波成分の大きさは、互いに等しいので、それぞれに発生する高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子B1、B2から制御回路に高周波成分が印加されることが防がれる。

【0064】コンデンサ75は、一端が結合回路73の主巻き線73aの一端に接続され、その他端が端子Aに接続される。このコンデンサ75が設けられているのは、上記第1の実施の形態で説明したのと同様の理由である。

【0065】このインピーダンス整合装置7では、制御回路から結合回路71の制御巻き線71bへ入力される

制御電流の値の増減により、結合回路71の主巻き線71aのインダクタンス(L)の値が増減し、制御回路から結合回路72の制御巻き線72bへ入力される制御電流の値の増減により、結合回路72の主巻き線72aのインダクタンス(L)の値が増減する。制御回路から結合回路73の制御巻き線73bへ入力される制御電流の値の増減により、結合回路73の主巻き線73aのインダクタンス(L)の値が増減し、制御回路から結合回路74の制御巻き線74bへ入力される制御電流の値の増減により、結合回路74の主巻き線74aのインダクタンス(L)の値が増減する。このことを利用し、当該インピーダンス整合装置7のインピーダンスを増減させて、高周波発生装置5と負荷装置6とのインピーダンスを整合させるものである。

【0066】なお、インピーダンス整合に関する回路動作については、上記第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4の回路動作と、考え方が同一であるため、詳細を省略する。

【0067】上記第2の実施の形態におけるインピーダンス整合装置7によれば、第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4と同様、結合回路71の制御巻き線71bに流れる電流の値により主巻き線71aのインダクタンス(L)の値を変化させ、結合回路72の制御巻き線72bに流れる電流の値により主巻き線72aのインダクタンス(L)の値を変化させ、さらに、結合回路73の制御巻き線73bに流れる電流の値により主巻き線73aのインダクタンス(L)の値を変化させ、結合回路74の制御巻き線74bに流れる電流の値により主巻き線74aのインダクタンス(L)の値を変化させて、インピーダンス整合装置7のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うことができるとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。

【0068】また、第1の実施の形態において利用されている高周波成分をカットする高周波カット用のコンデンサが不要であるため、低コスト化が図られる。

【0069】(第3の実施の形態) 本発明を適用した第3の実施の形態におけるインピーダンス整合装置について図5を用いて説明する。図5は、インピーダンス整合装置8の主要回路部を示すブロック図である。本第3の実施の形態におけるインピーダンス整合装置8は、図4に示した第2の実施の形態におけるインピーダンス整合装置7の一変形例である。

【0070】第2の実施の形態のインピーダンス整合装置では、一対の結合回路(結合回路71と結合回路72、結合回路73と結合回路74)を直列に接続することにより、各結合回路で発生する高周波成分を相殺することにより除去するものであるのに対し、本第3の実施

の形態のインピーダンス整合装置では、一対の結合回路を並列に接続することにより、各結合回路で発生する高周波成分を相殺することにより除去するものである。

【0071】本第3の実施の形態におけるインピーダンス整合装置の回路構成について説明する。インピーダンス整合装置8は、結合回路81、結合回路82、結合回路83、結合回路84、及びコンデンサ85からなる。

【0072】結合回路81は、コア81cに巻かれた主巻き線81aと制御巻き線81bからなる。そして、結合回路81は、その主巻き線81aの一端が端子A及び結合回路82の後述する主巻き線82aの一端に接続され、その他端が端子C及び結合回路82の後述する主巻き線82aの他端に接続されている。また、その制御巻き線81bの一端が端子A1に接続され、その他端が結合回路82の後述する制御巻き線82bの一端に接続されている。そして、結合回路81は、制御回路から制御巻き線81bに流れる制御電流により、主巻き線81aのインダクタンス(L)の値が変化する。

【0073】結合回路82は、コア82cに巻かれた主巻き線82aと制御巻き線82bからなる。そして、その主巻き線82aの一端が端子A及び結合回路81の主巻き線81aの一端に接続され、その他端が端子C及び結合回路81の主巻き線81aの他端に接続されている。また、その制御巻き線82bの一端が結合回路81の制御巻き線81bの他端に接続され、その他端が端子A2に接続されている。そして、結合回路82は、制御回路から制御巻き線82bに流れる制御電流により、主巻き線82aのインダクタンス(L)の値が変化する。

【0074】ここで、結合回路81の主巻き線81aと制御巻き線81bの巻く方向の関係と、結合回路82の主巻き線82aと制御巻き線82bの巻く方向の関係は、互いに逆になるような関係にある。また、結合回路81の主巻き線81aと結合回路82の主巻き線82aの巻き数は等しく、結合回路81の制御巻き線81bと結合回路82の制御巻き線82bの巻き数は等しい。

【0075】上記関係にあることから、結合回路81の主巻き線81aに高周波電流が流れることにより制御巻き線81bに誘起される高周波成分の方向と、結合回路82の主巻き線82aに高周波電流が流れることにより制御巻き線82bに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向であり、また、結合回路81の主巻き線81aに高周波電流が流れることにより制御巻き線81bに誘起される高周波成分の大きさと、結合回路82の主巻き線82aに高周波電流が流れることにより制御巻き線82bに誘起される高周波成分の大きさは、互いに等しいので、それぞれに発生する高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子A1、A2から制御回路に高周波成分が印可されることが防がれる。

【0076】結合回路83は、コア83cに巻かれた主巻き線83aと制御巻き線83bからなる。そして、結

合回路83は、その主巻き線83aの一端がコンデンサ85の一端及び合回路84の後述する主巻き線84aの一端に接続され、その他端が端子B、D及び合回路84の後述する主巻き線84aの他端に接続されている。また、その制御巻き線83bの一端が端子B2に接続され、その他端が合回路84の後述する制御巻き線84bの一端に接続される。そして、合回路83は、制御回路から制御巻き線83bに流れる制御電流により、主巻き線83aのインダクタンス(L)の値が変化する。

【0077】合回路84は、コア84cに巻かれた主巻き線84aと制御巻き線84bからなる。そして、合回路84は、その主巻き線84aの一端がコンデンサ85の一端及び合回路83の主巻き線83aの一端に接続され、その他端が端子B、D及び合回路83の主巻き線83aの他端に接続される。また、その制御巻き線84bの一端が合回路83の制御巻き線83bの他端に接続され、その他端が端子B1に接続されている。そして、合回路84は、制御回路から制御巻き線84bに流れる制御電流により、主巻き線84aのインダクタンス(L)の値が変化する。

【0078】ここで、合回路83の主巻き線83aと制御巻き線83bの巻く方向の関係と、合回路84の主巻き線84aと制御巻き線84bの巻く方向の関係は、互いに逆になるような関係にある。また、合回路83の主巻き線83aと合回路84の主巻き線84aの巻き数は等しく、合回路83の制御巻き線83bと合回路84の制御巻き線84bの巻き数は等しい。

【0079】上記関係にあることから、合回路83の主巻き線83aに高周波電流が流れることにより制御巻き線83bに誘起される高周波成分の方向と、合回路84の主巻き線84aに高周波電流が流れることにより制御巻き線84bに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向であり、また、合回路83の主巻き線83aに高周波電流が流れることにより制御巻き線83bに誘起される高周波成分の大きさと、合回路84の主巻き線84aに高周波電流が流れることにより制御巻き線84bに誘起される高周波成分の大きさは、互いに等しいので、それぞれに発生する高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子B1、B2から制御回路に高周波成分が印加されることが防がれる。

【0080】コンデンサ85は、その一端が合回路83の主巻き線83a及び合回路84の主巻き線84aの一端に接続され、その他端が端子Aに接続される。このコンデンサ85が設けられているのは、上記第1の実施の形態で説明したのと同様の理由である。

【0081】このインピーダンス整合装置8では、制御回路から合回路81の制御巻き線81bへ入力される制御電流の値の増減により、合回路81の主巻き線81aのインダクタンス(L)の値が増減し、制御回路か

ら合回路82の制御巻き線82bへ入力される制御電流の値の増減により、合回路82の主巻き線82aのインダクタンス(L)の値が増減する。制御回路から合回路83の制御巻き線83bへ入力される制御電流の値の増減により、合回路83の主巻き線83aのインダクタンス(L)の値が増減し、制御回路から合回路84の制御巻き線84bへ入力される制御電流の値の増減により、合回路84の主巻き線84aのインダクタンス(L)の値が増減する。このことを利用し、当該インピーダンス整合装置8のインピーダンスを増減させて、高周波発生装置5と負荷装置6とのインピーダンスを整合させるものである。

【0082】なお、インピーダンス整合に関する回路動作については、上記第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4の回路動作と、考え方が同一であるため、詳細を省略する。

【0083】上記第3の実施の形態におけるインピーダンス整合装置8によれば、第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4と同様、合回路81の制御巻き線81bに流れる電流の値により主巻き線81aのインダクタンス(L)の値を変化させ、合回路82の制御巻き線82bに流れる電流の値により主巻き線82aのインダクタンス(L)の値を変化させ、さらに、合回路83の制御巻き線83bに流れる電流の値により主巻き線83aのインダクタンス(L)の値を変化させ、合回路84の制御巻き線84bに流れる電流の値により主巻き線84aのインダクタンス(L)の値を変化させて、インピーダンス整合装置8のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うことができるとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。

【0084】また、第2の実施の形態と同様、第1の実施の形態において利用されている高周波成分をカットする高周波カット用コンデンサが不要であるため、低コスト化が図られる。

【0085】(第4の実施の形態) 本発明を適用した第4の実施の形態におけるインピーダンス整合装置について図9を用いて説明する。本第4の実施の形態におけるインピーダンス整合装置を説明する前に、以下の実施の形態で用いる回路の表記、及び高周波成分を除去する原理について図6、及び図7を参照して記す。

【0086】図6(a)は、コアに対する巻き線の巻き方の一例を示す図であり、図6(b)は、図6(a)に示すコアに対する巻き線の巻き方の表記法を説明するための図である。

【0087】図6(a)では、コアとして二つのトロイダルコア94、95からなる。その一つのトロイダルコア94に一の主巻き線91が巻かれており、他のトロイ

ダルコア95にも他の主巻き線92が巻かれている。さらに、制御巻き線93は、その一巻き(1ターム)内にトロイダルコア94、95の両方が貫通するように巻かれている。そして、主巻き線91と主巻き線92が端子T1と端子T2からみて等価的に並列接続されている。

【0088】このように構成した場合には、各主巻き線91、92に高周波電流が流れることにより制御巻き線93に高周波成分が誘起されるが、この制御巻き線93に誘起された高周波成分が制御巻き線93の1ターム毎に相殺されて除去されることになる。

【0089】以下において、この理由を詳述する。主巻き線91に高周波電流が端子T1から端子T2に流れると(図中実線)、トロイダルコア94の制御巻き線93が巻かれている部分においては、図中下から上方向の磁界(図中実線)が発生する。

【0090】一方、主巻き線92に高周波電流が端子T1から端子T2に流れると(図中実線)、トロイダルコア95の制御巻き線93が巻かれている部分においては、図中上から下方向の磁界(図中実線)が発生する。

【0091】上述したことから分かるように、制御巻き線93の1タームを鎖交する、主巻き線91により発生する磁界の向きと、主巻き線92により発生する磁界の向きとは、逆方向になる。

【0092】同様に、主巻き線91に高周波電流が端子T2から端子T1に流れると(図中点線)、トロイダルコア94の制御巻き線93が巻かれている部分においては、図中上から下方向の磁界(図中点線)が発生する。

【0093】一方、主巻き線92に高周波電流が端子T2から端子T1に流れると(図中点線)、トロイダルコア95の制御巻き線93が巻かれている部分においては、図中下から上方向の磁界(図中点線)が発生する。

【0094】上述したことから分かるように、制御巻き線93の1タームを鎖交する、主巻き線91により発生する磁界の向きと、主巻き線92により発生する磁界の向きとは、逆方向になる。

【0095】したがって、主巻き線91、92に高周波電流が流れた場合に、主巻き線91により制御巻き線93に発生する高周波成分と主巻き線92により制御巻き線93に発生する高周波成分とが、制御巻き線93の1ターム毎に相殺しあって高周波成分が除去される。

【0096】次に、上記記した図6(a)の各部と図6(b)の各部は、次のような対応関係にある。図6(a)中トロイダルコア94と図6(b)中コア104が対応し、図6(a)中トロイダルコア95と図6(b)中コア105が対応する。また、図6(a)中主巻き線91と図6(b)中主巻き線101が対応し、図6(a)中主巻き線92と図6(b)中主巻き線102が対応する。さらに、図6(a)中制御巻き線93と図6(b)中制御巻き線103が対応する。さらに、図6(a)中端子T1と図6(b)中端子T1が対応し、図6(a)

6(a)中端子T2と図6(b)中端子T2が対応する。図6(a)中端子T3と図6(b)中端子T3が対応し、図6(a)中端子T4と図6(b)中端子T4が対応する。

【0097】さらに、他の場合について説明する。図7(a)は、コアに対する巻き線の巻き方の一例を示す図であり、図7(b)は、図7(a)に示すコアに対する巻き線の巻き方の表記法を説明するための図である。

【0098】図7(a)では、コアとして二つのトロイダルコア114、115からなる。その一つのトロイダルコア114に一の主巻き線111が巻かれしており、他のトロイダルコア115にも他の主巻き線112が巻かれている。さらに、制御巻き線113は、その一巻き(1ターム)内にトロイダルコア114、115の両方が貫通するように巻かれている。そして、主巻き線111と主巻き線112は、図中①で互いに接続されており、主巻き線111と主巻き線112が端子T1と端子T2からみて等価的に直列接続されている。

【0099】このように構成した場合には、各主巻き線111、112に高周波電流が流れることにより制御巻き線113に高周波成分が誘起されるが、この制御巻き線113に誘起された高周波成分が制御巻き線113の1ターム毎に相殺されて除去されることになる。なお、この原理は、図6(a)の場合と同様であるので、詳細は省略する。

【0100】次に、上記記した図7(a)の各部と図7(b)の各部は、次のような対応関係にある。図7(a)中トロイダルコア114と図7(b)中コア124が対応し、図7(a)中トロイダルコア115と図7(b)中コア125が対応する。また、図7(a)中主巻き線111と図7(b)中主巻き線121が対応し、図7(a)中主巻き線112と図7(b)中主巻き線122が対応する。さらに、図7(a)中制御巻き線113と図7(b)中制御巻き線123が対応する。さらに、図7(a)中端子T1と図7(b)中端子T1が対応し、図7(a)中端子T2と図7(b)中端子T2が対応する。図7(a)中端子T3と図7(b)中端子T3が対応し、図7(a)中端子T4と図7(b)中端子T4が対応する。

【0101】図8は、各コアの形状を示す図であり、上記表記法においては、図8(a)に示す二つのトロイダルコアを利用したものであるが、図8(b)に示すU型コアを二つ利用して、二つの主巻き線と一つの制御巻き線を二つのU型コアに巻き付けるようにしてもよい。また、図8(c)に示すメガネコアを利用するものであってもよい。さらに、図8(d)に示すE型コアを利用するものであってもよい。

【0102】以下、第4の実施の形態におけるインピーダンス整合装置について図9を用いて説明する。図9は、インピーダンス整合装置13の主要回路部を示すブ

ロック図である。第2の実施の形態のインピーダンス整合装置は、主巻き線と制御巻き線の巻く方向を逆にした1対の結合回路（結合回路71と結合回路72、結合回路73と結合回路74）を設けることにより、各結合回路で発生した高周波成分を互いに相殺することにより除去する。これに対し、第4の実施の形態のインピーダンス整合装置は、1対の結合回路を設ける代わりに、図7で示した構成の結合回路を設け、制御巻き線の1ターム毎に制御巻き線に発生する高周波成分を相殺して除去するものである。

【0103】インピーダンス整合装置13は、結合回路131、結合回路132、及びコンデンサ133からなる。

【0104】結合回路131は、図7(a)に示した構成を有し、主巻き線131a、131b、制御巻き線131c、コア131d、131eからなる。

【0105】結合回路131の主巻き線131aの一端は端子Aに接続され、その他端は主巻き線131bの一端に接続される。主巻き線131bの一端は主巻き線131aの他端に接続され、その他端は端子Cに接続される。制御巻き線131cの一端は端子A1に接続され、その他端は端子A2に接続される。そして、結合回路131は、制御回路から制御巻き線131cに流れる制御電流により、主巻き線131a及び主巻き線131bのインダクタンス(L)の値が変化する。また、主巻き線131aと主巻き線131bの巻き数は等しい。

【0106】図7(a)を利用して説明したと同じ考え方により、主巻き線131aに高周波電流が流れることにより制御巻き線131cに誘起される高周波成分の方向と、主巻き線131bに高周波電流が流れることにより制御巻き線131cに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向になり、また、主巻き線131aに高周波電流が流れることにより制御巻き線131cに誘起される高周波成分の大きさと、主巻き線131bに高周波電流が流れることにより制御巻き線131cに誘起される高周波成分の大きさは、互いに等しいので、それぞれに発生する高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子A1、A2から制御回路に高周波成分が印加されることが防がれる。さらに、上述したように、制御巻き線131cの1タームごとに、高周波成分が相殺されて高周波成分が除去されるので、第2及び第3の実施の形態のように構成した場合に制御巻き線に局所的に発生していた大電圧が、制御巻き線131cに発生することがない。

【0107】結合回路132は、図7(a)に示した構成を有し、主巻き線132a、132b、制御巻き線132c、コア132d、132eからなる。

【0108】結合回路132の主巻き線132aの一端はコンデンサ133の一端に接続され、その他端は主巻き線132bの一端に接続される。主巻き線132bの

一端は主巻き線132aの他端に接続され、その他端は端子B及び端子Dに接続される。制御巻き線132cの一端は端子B1に接続され、その他端は端子B2に接続される。そして、結合回路132は、制御回路から制御巻き線132cに流れる制御電流により、主巻き線132a及び主巻き線132bのインダクタンス(L)の値が変化する。また、主巻き線132aと主巻き線132bの巻き数は等しい。

【0109】図7(a)を利用して説明したと同じ考え方により、主巻き線132aに高周波電流が流れることにより制御巻き線132cに誘起される高周波成分の方向と、主巻き線132bに高周波電流が流れることにより制御巻き線132cに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向になり、また、主巻き線132aに高周波電流が流れることにより制御巻き線132cに誘起される高周波成分の大きさと、主巻き線132bに高周波電流が流れることにより制御巻き線132cに誘起される高周波成分の大きさは、互いに等しいので、それぞれに発生する高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子B1、B2から制御回路に高周波成分が印加されることが防がれる。さらに、上述したように、制御巻き線132cの1タームごとに、高周波成分が相殺されて高周波成分が除去されるので、第2及び第3の実施の形態のように構成した場合に制御巻き線に局所的に発生していた大電圧が、制御巻き線132cに発生することがない。

【0110】コンデンサ133は、その一端が結合回路132の主巻き線132aの一端に接続され、その他端が端子Aに接続される。このコンデンサ133が設けられているのは、上記第1の実施の形態で説明したのと同様の理由である。

【0111】このインピーダンス整合装置13では、制御回路から結合回路131の制御巻き線131cへ入力される制御電流の値の増減により、結合回路131の主巻き線131a及び主巻き線131bのインダクタンス(L)の値が増減し、制御回路から結合回路132の制御巻き線132cへ入力される制御電流の値の増減により、結合回路132の主巻き線132a及び主巻き線132bのインダクタンス(L)の値が増減することを利用し、当該インピーダンス整合装置13のインピーダンスを増減させて、高周波発生装置5と負荷装置6とのインピーダンスを整合させるものである。

【0112】なお、インピーダンス整合に関する回路動作については、上記第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4の回路動作と、考え方が同一であるため、詳細を省略する。

【0113】上記第4の実施の形態におけるインピーダンス整合装置13によれば、第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4と同様、結合回路131の制御巻き線131cに流れる電流の値により主巻き線13

1 a 及び主巻き線 1 3 1 b のインダクタンス (L) の値を変化させ、結合回路 1 3 2 の制御巻き線 1 3 2 c に流れる電流の値により主巻き線 1 3 2 a 及び主巻き線 1 3 2 b のインダクタンス (L) の値を変化させて、インピーダンス整合装置 1 3 のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うことができるとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。

【0114】また、第2の実施の形態と同様、第1の実施の形態において利用されている高周波成分をカットする高周波カット用コンデンサが不要であるため、低コスト化が図られる。

【0115】さらに、各制御巻き線の1タームごとに、高周波成分が相殺されて高周波成分が除去されるので、各制御巻き線に局所的に大電圧が発生することもない。

【0116】(第5の実施の形態) 本発明を適用した第5の実施の形態におけるインピーダンス整合装置について図10を用いて説明する。図10は、インピーダンス整合装置14の主要回路部を示すブロック図である。本第5の実施の形態におけるインピーダンス整合装置は、第4の実施の形態におけるインピーダンス整合装置の一の変形例である。

【0117】インピーダンス整合装置14は、結合回路141、結合回路142、及びコンデンサ143からなる。

【0118】結合回路141は、図7(a)に示した構成を有し、主巻き線141a、141b、制御巻き線141c、コア141d、141eからなる。

【0119】結合回路141の主巻き線141aの一端は端子Aに接続され、その他端は主巻き線141bの一端に接続される。主巻き線141bの一端は主巻き線141aの他端に接続され、その他端は端子Cに接続される。制御巻き線141cの一端は端子A1に接続され、その他端は端子A2に接続される。そして、結合回路141は、制御回路から制御巻き線141cに流れる制御電流により、主巻き線141a及び主巻き線141bのインダクタンス (L) の値が変化する。また、主巻き線141aと主巻き線141bの巻き数は等しい。

【0120】図7(a)を利用して説明したと同じ考え方により、主巻き線141aに高周波電流が流れることにより制御巻き線141cに誘起される高周波成分の方向と、主巻き線141bに高周波電流が流れることにより制御巻き線141cに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向になり、また、主巻き線141aに高周波電流が流れることにより制御巻き線141cに誘起される高周波成分の大きさと、主巻き線141bに高周波電流が流れることにより制御巻き線141cに誘起される高周波成分の大きさは、互いに等しいので、それ

ぞれに発生する高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子A1、A2から制御回路に高周波成分が印加されることが防がれる。さらに、上述したように、制御巻き線141cの1タームごとに、高周波成分が相殺されて高周波成分が除去されるので、第2及び第3の実施の形態のように構成した場合に制御巻き線に局所的に発生していた大電圧が、制御巻き線141cに発生することがない。

【0121】結合回路142は、図7(a)に示した構成を有し、主巻き線142a、142b、制御巻き線142c、コア142d、142eからなる。

【0122】結合回路142の主巻き線142aの一端は端子Aに接続され、その他端は主巻き線142bの一端に接続される。主巻き線142bの一端は主巻き線142aの他端に接続され、その他端は端子B及び端子Dに接続される。制御巻き線142cの一端は端子B1に接続され、その他端は端子B2に接続される。そして、結合回路142は、制御回路から制御巻き線142cに流れる制御電流により、主巻き線142a及び主巻き線142bのインダクタンス (L) の値が変化する。また、主巻き線142aと主巻き線142bの巻き数は等しい。

【0123】図7(a)を利用して説明したと同じ考え方により、主巻き線142aに高周波電流が流れることにより制御巻き線142cに誘起される高周波成分の方向と、主巻き線142bに高周波電流が流れることにより制御巻き線142cに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向になり、また、主巻き線142aに高周波電流が流れることにより制御巻き線142cに誘起される高周波成分の大きさと、主巻き線142bに高周波電流が流れることにより制御巻き線142cに誘起される高周波成分の大きさは、互いに等しいので、それぞれに発生する高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子B1、B2から制御回路に高周波成分が印加されることが防がれる。さらに、上述したように、制御巻き線142cの1タームごとに、高周波成分が相殺されて高周波成分が除去されるので、第2及び第3の実施の形態のように構成した場合に制御巻き線に局所的に発生していた大電圧が、制御巻き線142cに発生することがない。

【0124】コンデンサ143は、その一端が端子Aに接続され、その他端が端子B及び端子Dに接続される。このコンデンサ143が設けられているのは、上記第1の実施の形態で説明したと同様の理由である。

【0125】このインピーダンス整合装置14では、制御回路から結合回路141の制御巻き線141cへ入力される制御電流の値の増減により、結合回路141の主巻き線141a及び主巻き線141bのインダクタンス (L) の値が増減し、制御回路から結合回路142の制御巻き線142cへ入力される制御電流の値の増減によ

り、結合回路142の主巻き線142a及び主巻き線142bのインダクタンス(L)の値が増減することを利用し、当該インピーダンス整合装置14のインピーダンスを増減させて、高周波発生装置5と負荷装置6とのインピーダンスを整合させるものである。

【0126】なお、インピーダンス整合に関する回路動作については、上記第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4の回路動作と、考え方が同一であるため、詳細を省略する。

【0127】上記第5の実施の形態におけるインピーダンス整合装置14によれば、第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4と同様、結合回路141の制御巻き線141cに流れる電流の値により主巻き線141a及び主巻き線141bのインダクタンス(L)の値を変化させ、結合回路142の制御巻き線142cに流れる電流の値により主巻き線142a及び主巻き線142bのインダクタンス(L)の値を変化させて、インピーダンス整合装置14のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うことができるとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。

【0128】また、第2の実施の形態と同様、第1の実施の形態において利用されている高周波成分をカットする高周波カット用コンデンサが不要であるため、低コスト化が図られる。

【0129】さらに、第4の実施の形態と同様、各制御巻き線の1タームごとに、高周波成分が相殺されて高周波成分が除去されるので、各制御巻き線に局所的に大電圧が発生することもない。

【0130】(第6の実施の形態) 本発明を適用した第6の実施の形態におけるインピーダンス整合装置について図11を用いて説明する。図11は、インピーダンス整合装置15の主要回路部を示すブロック図である。本第6の実施の形態におけるインピーダンス整合装置は、第4の実施の形態におけるインピーダンス整合装置の他の変形例である。

【0131】インピーダンス整合装置15は、結合回路151、結合回路152、及びコンデンサ153からなる。

【0132】結合回路151は、図6(a)に示した構成を有し、主巻き線151a、151b、制御巻き線151c、コア151d、151eからなる。

【0133】結合回路151の主巻き線151aの一端は端子A及び主巻き線151bの一端に接続され、その他端は端子C及び主巻き線151bの他端に接続される。主巻き線151bの一端は端子A及び主巻き線151aの他端に接続される。制御巻き線151cの一端に接続される。

端は端子A1に接続され、その他端は端子A2に接続される。そして、結合回路151は、制御回路から制御巻き線151cに流れる制御電流により、主巻き線151a及び主巻き線151bのインダクタンス(L)の値が変化する。また、主巻き線151aと主巻き線151bの巻き数は等しい。

【0134】図6(a)を利用して説明したように、主巻き線151aに高周波電流が流れることにより制御巻き線151cに誘起される高周波成分の方向と、主巻き線151bに高周波電流が流れることにより制御巻き線151cに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向になり、また、主巻き線151aに高周波電流が流れることにより制御巻き線151cに誘起される高周波成分の大きさと、主巻き線151bに高周波電流が流れることにより制御巻き線151cに誘起される高周波成分の大きさは、互いに等しいので、それぞれに発生する高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子A1、A2から制御回路に高周波成分が印加されることが防がれる。さらに、上述したように、制御巻き線151cの1タームごとに、高周波成分が相殺されて高周波成分が除去されるので、第2及び第3の実施の形態のように構成した場合に制御巻き線に局所的に発生していた大電圧が、制御巻き線151cに発生することがない。

【0135】結合回路152は、図6(a)に示した構成を有し、主巻き線152a、152b、制御巻き線152c、コア152d、152eからなる。

【0136】結合回路152の主巻き線152aの一端は、コンデンサ153の一端及び主巻き線152bの一端に接続され、その他端は、端子B、端子D及び主巻き線152bの他端に接続される。主巻き線152bの一端は、コンデンサ153の一端及び主巻き線152aの一端に接続され、その他端は端子B、端子D及び主巻き線152aの他端に接続される。制御巻き線152cの一端は端子B1に接続され、その他端は端子B2に接続される。そして、結合回路152は、制御回路から制御巻き線152cに流れる制御電流により、主巻き線152a及び主巻き線152bのインダクタンス(L)の値が変化する。また、主巻き線152aと主巻き線152bの巻き数は等しい。

【0137】図6(a)を利用して説明したように、主巻き線152aに高周波電流が流れることにより制御巻き線152cに誘起される高周波成分の方向と、主巻き線152bに高周波電流が流れることにより制御巻き線152cに誘起される高周波成分の方向とは、互いに反対方向になり、また、主巻き線152aに高周波電流が流れることにより制御巻き線152cに誘起される高周波成分の大きさと、主巻き線152bに高周波電流が流れることにより制御巻き線152cに誘起される高周波成分の大きさは、互いに等しいので、それぞれに発生す

る高周波成分が互いに相殺して高周波成分が除去され、端子B1、B2から制御回路に高周波成分が印加されることが防がれる。さらに、上述したように、制御巻き線152cの1タームごとに、高周波成分が相殺されて高周波成分が除去されるので、第2及び第3の実施の形態のように構成した場合に制御巻き線に局所的に発生していた大電圧が、制御巻き線152cに発生することがない。

【0138】コンデンサ153は、その一端が結合回路152の主巻き線152a及び主巻き線152bの一端に接続され、その他端が端子Aに接続される。このコンデンサ153が設けられているのは、上記第1の実施の形態で説明したのと同様の理由である。

【0139】このインピーダンス整合装置15では、制御回路から結合回路151の制御巻き線151cへ入力される制御電流の値の増減により、結合回路151の主巻き線151a及び主巻き線151bのインダクタンス(L)の値が増減し、制御回路から結合回路152の制御巻き線152cへ入力される制御電流の値の増減により、結合回路152の主巻き線152a及び主巻き線152bのインダクタンス(L)の値が増減することを利用し、当該インピーダンス整合装置15のインピーダンスを増減させて、高周波発生装置5と負荷装置6とのインピーダンスを整合させるものである。

【0140】なお、インピーダンス整合に関する回路動作については、上記第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4の回路動作と、考え方が同一であるため、詳細を省略する。

【0141】上記第6の実施の形態におけるインピーダンス整合装置15によれば、第1の実施の形態におけるインピーダンス整合装置4と同様、結合回路151の制御巻き線151cに流れる電流の値により主巻き線151a及び主巻き線151bのインダクタンス(L)の値を変化させ、結合回路152の制御巻き線152cに流れる電流の値により主巻き線152a及び主巻き線152bのインダクタンス(L)の値を変化させて、インピーダンス整合装置15のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。

【0142】また、第2の実施の形態と同様、第1の実施の形態において利用されている高周波成分をカットする高周波カット用コンデンサが不要であるため、低コスト化が図られる。

【0143】さらに、第4の実施の形態と同様、各制御巻き線の1タームごとに、高周波成分が相殺されて高周波成分が除去されるので、各制御巻き線に局所的に大電圧が発生することもない。

【0144】なお、上記第1乃至第6の実施の形態においては、図12(d)の回路構成に対応するインピーダンス整合装置について説明したが、図12(a)から図12(h)の他の回路構成に対応し上記第1乃至第6の実施の形態の考え方を取り入れたインピーダンス整合装置を構成してもよいことは言うまでもない。

【0145】なお、半導体や液晶ディスプレイ等の製造装置、真空メッキに使用する真空蒸着装置、合成樹脂の加熱・溶融装置、通信装置等の高周波を利用する装置において、インピーダンス整合を行うことが必要な場合に、利用価値が高いものである。

【0146】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、結合回路の制御巻き線に流れる電流の値により主巻き線のインダクタンスの値を変化させることにより、インピーダンス整合装置のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うことができるとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。

【0147】請求項2記載の発明によれば、結合回路の制御巻き線に流れる電流の値により第1の主巻き線及び第2の主巻き線のインダクタンスの値を変化させることにより、インピーダンス整合装置のインピーダンスの値を変化させているため、従来のインピーダンス整合装置のようにモータ等を利用して機械的にインピーダンスを変化させる場合に比べ、インピーダンス整合を高速に行うことができるとともに、保守作業の不要なインピーダンス整合装置となる。

【0148】さらに、第1の主巻き線に高周波電流が流れることにより制御巻き線に誘起される高周波成分と第2の主巻き線に高周波電流が流れることにより制御巻き線に誘起される高周波成分が、制御巻き線の一巻き(1ターム)ごとに、相殺されて高周波成分が除去されるので、制御巻き線に局所的に大電圧が発生することなく、結合回路の絶縁破壊を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、インダクタンスを変化させる回路を説明するための図である。

【図2】図2は、B-H曲線を示す図である。

【図3】図3は、インピーダンス整合装置4の主要回路部を示すブロック図である。

【図4】図4は、インピーダンス整合装置7の主要回路部を示すブロック図である。

【図5】図5は、インピーダンス整合装置8の主要回路部を示すブロック図である。

【図6】図6(a)は、コアに対する巻き線の巻き方の一例を示す図であり、図6(b)は、図6(a)に示すコアに対する巻き線の巻き方の表記法を説明するための図である。

【図7】図7(a)は、コアに対する巻き線の巻き方の一例を示す図であり、図7(b)は、図7(a)に示すコアに対する巻き線の巻き方の表記法を説明するための図である。

【図8】図8は、各コアの形状を示す図である。

【図9】図9は、インピーダンス整合装置13の主要回路部を示すブロック図である。

【図10】図10は、インピーダンス整合装置14の主要回路部を示すブロック図である。

【図11】図11は、インピーダンス整合装置15の主要回路部を示すブロック図である。

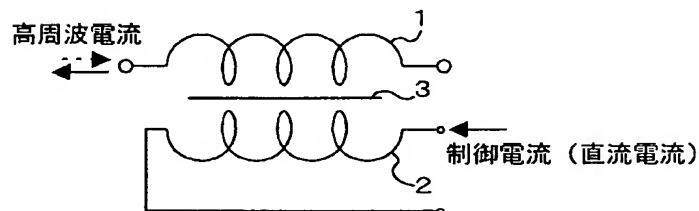
【図12】図12は、従来のインピーダンス整合装置の主要部の回路構成を示す図である。

【符号の説明】

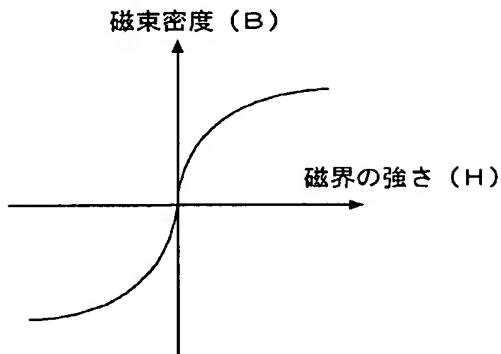
1 主巻き線

2	制御巻き線
3	コア
4	インピーダンス整合装置
4 1	V SWR回路部
4 2	演算部
4 3	第1の制御電流発生部
4 4	第2の制御電流発生部
4 5	結合回路
4 6	ローパスフィルタ
4 7	結合回路
4 8	ローパスフィルタ
4 9	コンデンサ
5	高周波発生装置
6	負荷装置

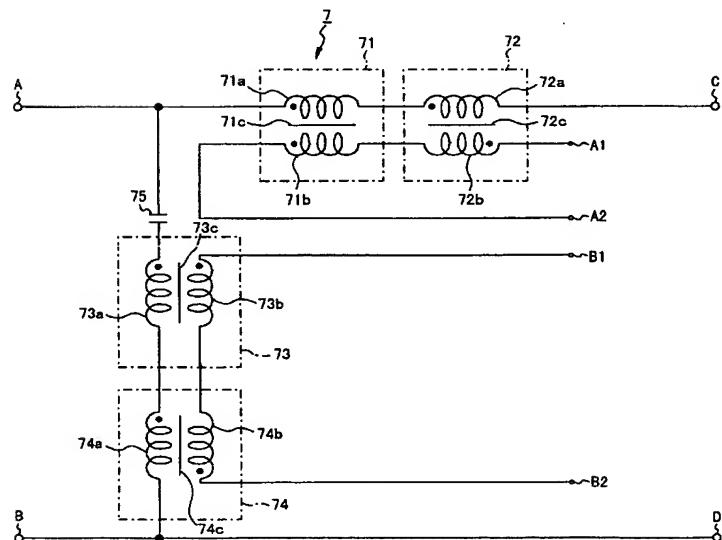
【図1】



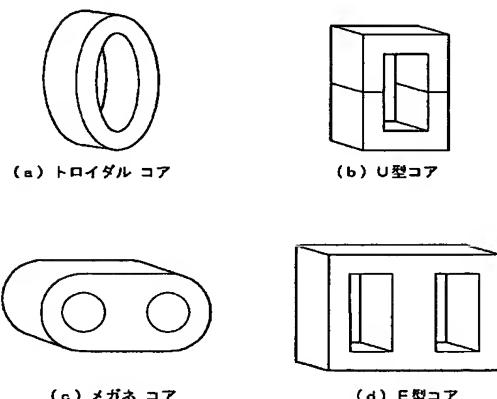
【図2】



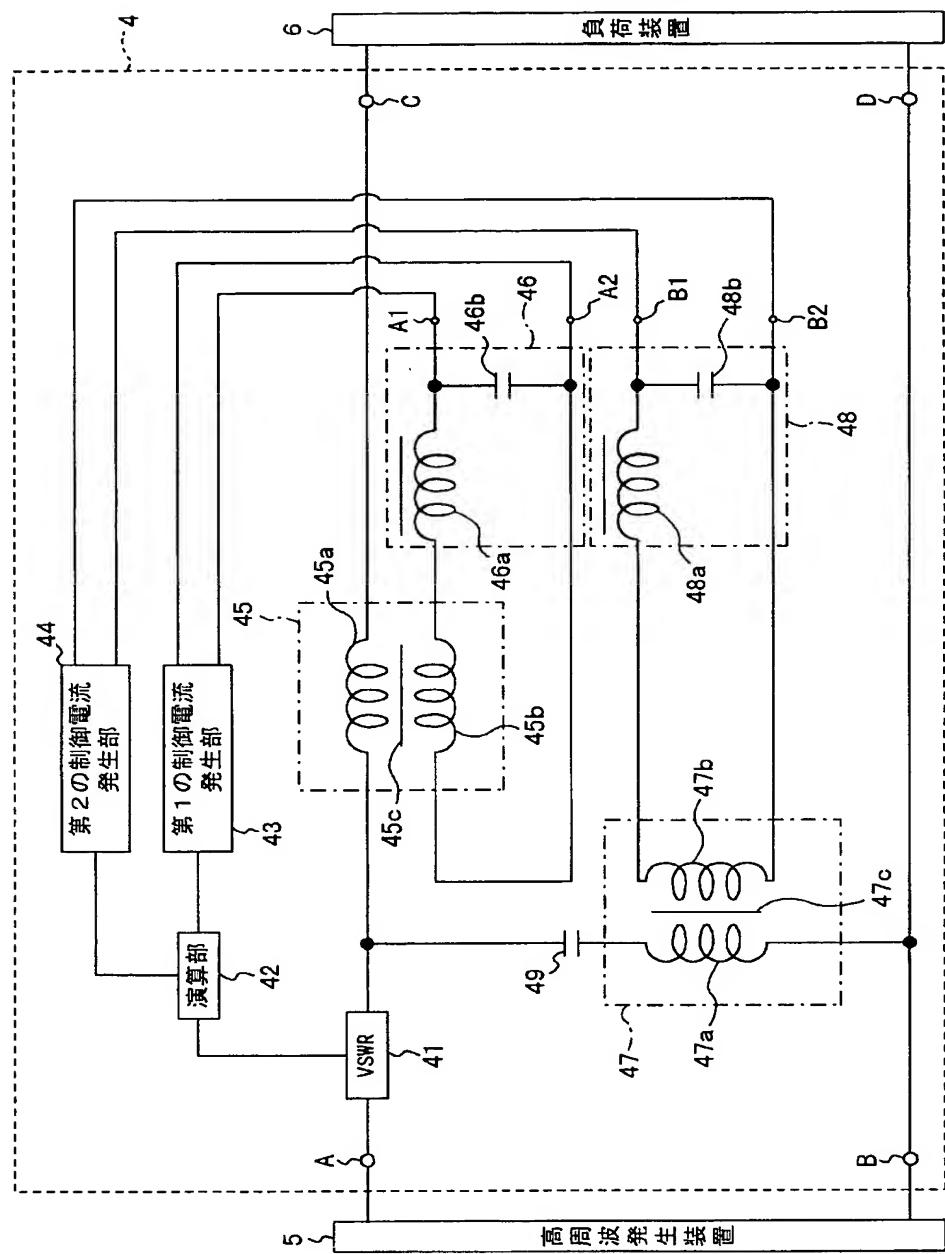
【図4】



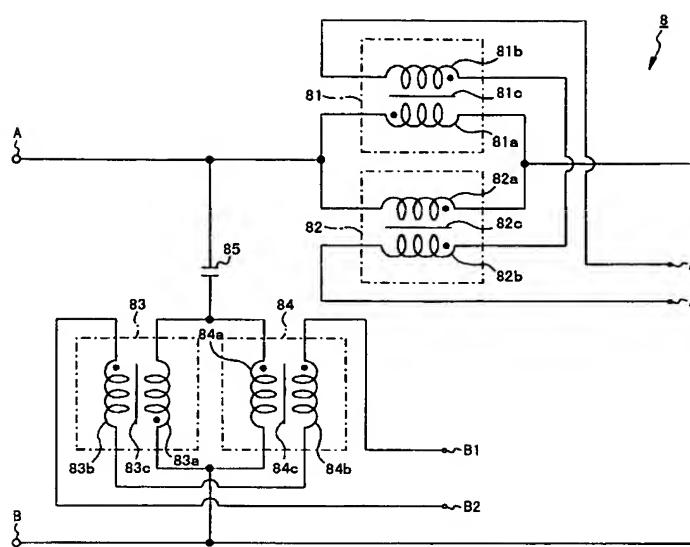
【図8】



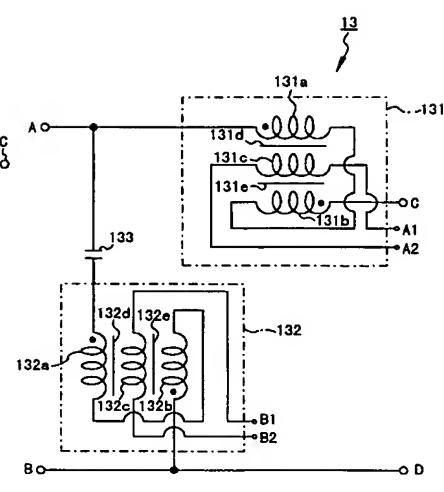
【図3】



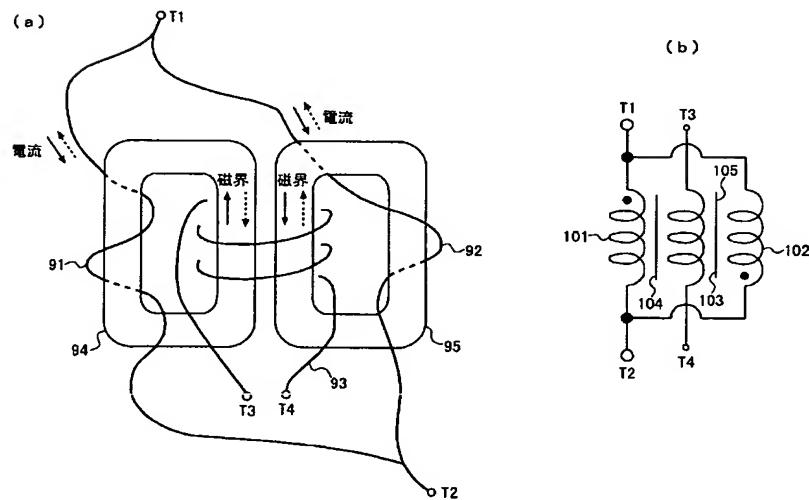
【図5】



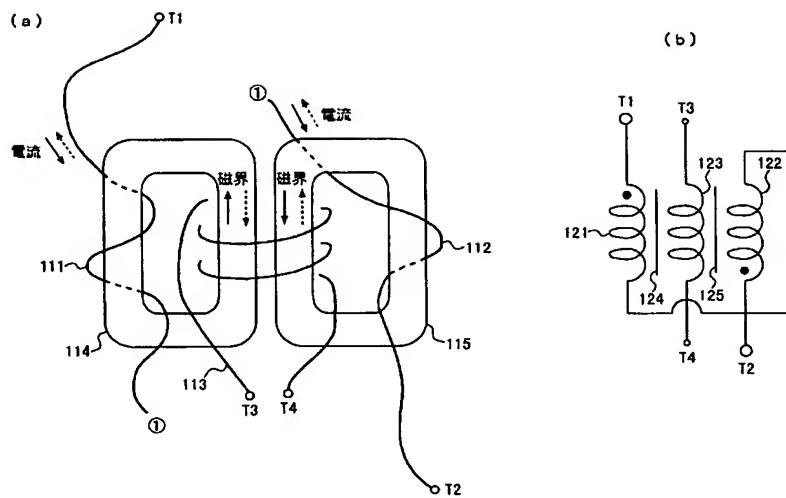
【図9】



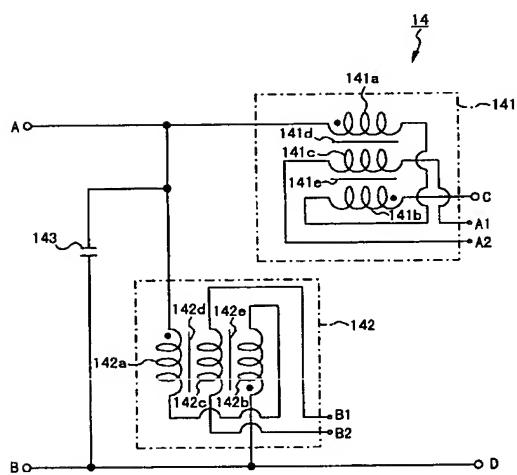
【図6】



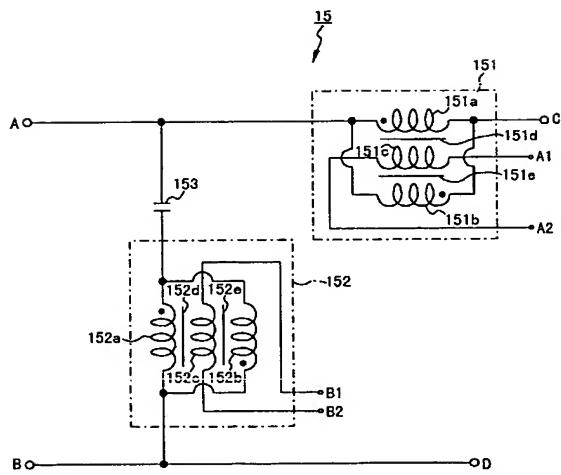
【図7】



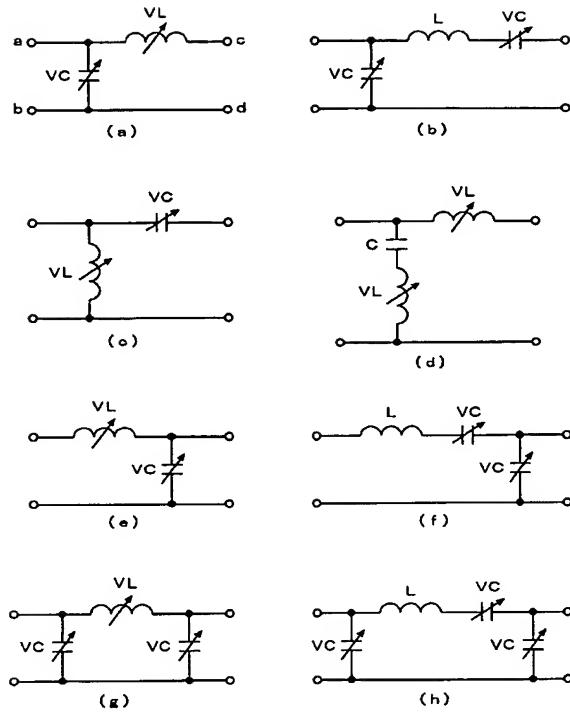
【図10】



【図11】



【図12】



【手続補正書】

【提出日】平成11年11月29日(1999.11.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】高周波発生装置と負荷装置の間に設けられ、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置において、

コアに主巻き線と制御巻き線が巻かれ、当該制御巻き線に流れる直流電流の大きさによって当該主巻き線のインダクタンスの値が変化して前記インピーダンス整合装置のインピーダンスを変化させる2または4つの結合回路を有することを特徴とするインピーダンス整合装置。

【請求項2】高周波発生装置と負荷装置の間に設けられ、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置において、

第1のコアに第1の主巻き線が巻かれ、第2のコアに第

2の主巻き線が巻かれ、制御巻き線の一巻きに当該第1のコア及び当該第2のコアが貫通するように当該第1のコア及び当該第2のコアに当該制御巻き線が巻かれ、当該制御巻き線に流れる直流電流の大きさによって当該第1の主巻き線及び当該第2の主巻き線のインダクタンスの値が変化して前記インピーダンス整合装置のインピーダンスを変化させる2または4つの結合回路を有することを特徴とするインピーダンス整合装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、高周波発生装置と負荷装置の間に設けられ、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置において、コアに主巻き線と制御巻き線が巻かれ、当該制御巻き線に流れる直流電流の大きさによって当該主巻き線のインダクタンスの値が変化して前記インピーダンス整合装置のインピーダンスを変化させる2または4つの結合回路を有するイ

ンピーダンス整合装置である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】請求項2記載の発明は、高周波発生装置と負荷装置の間に設けられ、高周波発生装置のインピーダンスと負荷装置のインピーダンスを整合させるインピーダンス整合装置において、第1のコアに第1の主巻き線が巻かれ、第2のコアに第2の主巻き線が巻かれ、制御巻き線の一巻きに当該第1のコア及び当該第2のコアが貫通するように当該第1のコア及び当該第2のコアに当該制御巻き線が巻かれ、当該制御巻き線に流れる直流電

流の大きさによって当該第1の主巻き線及び当該第2の主巻き線のインダクタンスの値が変化して前記インピーダンス整合装置のインピーダンスを変化させる2または4つの結合回路を有するインピーダンス整合装置である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0145

【補正方法】変更

【補正内容】

【0145】なお、半導体や液晶ディスプレイ等の製造装置、真空メッキに使用する真空蒸着装置のよう^に高周波を利用する装置において、インピーダンス整合を行うことが必要な場合に、利用価値が高いものである。